

리튬공기전지 및 연료전지용 고기능 메조포러스 탄소전극재료의 합성

Synthesis of New Class of Meso-porous Carbon Electrode Materials for Lithium-air Battery and Fuel Cell

강준<sup>a\*</sup>, 이명훈<sup>a</sup>, 윤용섭<sup>b</sup>, 강제욱<sup>a</sup>

<sup>a\*</sup>한국해양대학교 기관공학부(E-mail:junkang@kmou.ac.kr), <sup>b</sup>한국해양대학교 기관시스템공학부

**초 록 :** 리튬공기전지 및 연료전지의 고용량, 고효율 특성을 달성하기 위해서는 이들 전지를 구성하는 탄소전극물질의 pore구조가 매우 중요 하다. 이에 본 연구에서는 솔루션 플라즈마라는 새로운 공정을 이용하여 micro-pore비율이 극히 적고, meso-pore 중심으로 구성되어 있는 새로운 구조체의 합성에 성공하였고, 실제 리튬공기전지를 제작하여 방전시험을 한 결과, 기존 상업용 탄소재료보다 30~40% 이상의 우수한 고용량을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다.

1. 서론

리튬공기전지는 리튬금속과 공기 중의 산소를 활물질로 이용하는 전지 시스템으로, 이론 에너지 밀도가 가솔린 및 디젤 연료의 에너지 밀도에 근접하며, 가벼운 산소를 외부로부터 공급받아 전지가 작동하므로, 활물질 자체를 전지내부에 저장할 필요가 없어 이론적으로 매우 높은 중량 에너지 밀도를 얻을 수 있다. 또한, 현재의 차세대 이차전지 후보군 중 가장 큰 이론 에너지 밀도인 3500 Wh/kg를 나타내어, 리튬이온전지에 비해 약 10배 정도 높은 에너지 밀도를 나타낼 수 있다. 또한 연료전지는 고갈되어가는 화석연료를 대체하는 미래의 에너지 기술로 물 & 수소 그리고 메탄올을 이용한 연료전지가 있으며 리튬공기전지와는 그 원리가 매우 유사하다. 하지만 고용량 또는 고효율의 이들 전지를 설계하기 위해서는, 공기극에서의 산소의 공급(리튬공기전지) 및 pore blocking(리튬공기전지) 그리고 water flooding(연료전지) issue를 해결할 수 있는 micro-pore(2nm이하)의 형성이 억제된, 기공이 넓은 meso-porous(2~50nm) 구조의 전극개발이 반드시 필요하다. 이에 본 연구에서는 상기의 문제점들을 해결하기 위한 새로운 meso-pore중심의 탄소전극소재의 합성을 시도하였다.

2. 본론

본 연구에서는 솔루션 플라즈마라는 공정을 이용하여 다공성 탄소재료의 합성을 시도하였다. 탄소재료의 전구체로 linear hydrocarbon 및 aromatic hydrocarbon을 사용하였고, 이들 용액 중에 텅스텐 전극을 1mm간격을 두고 설치하여 플라즈마를 발생시켰다. 합성된 탄소재료의 Morphology는 투과전자현미경 및 주사전자현미경으로 관찰하였고, Pore특성은 질소흡착법에 의한 BET, BJH 분석을 통해 분석하였다. 또한 Impedance를 통하여 전기화학적 특성을 살펴보고, 실제 전극재료로써의 성능을 분석하기 위하여 리튬공기coin-cell을 제작 후, 기존의 상업화된 재료 중 가장 우수한 Ketjen-Black과 동시에 discharge test를 진행함으로써 전지성능실험을 수행하였다.

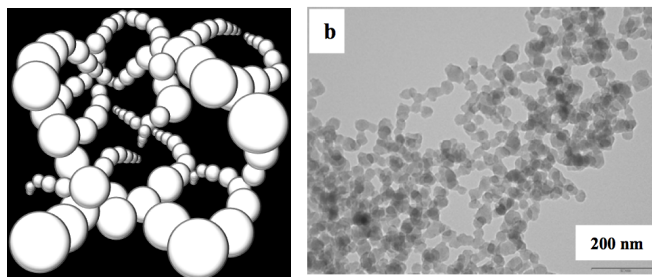


Fig. 1. The TEM image of Carbon material,

3. 결론

합성된 탄소재료의 Morphology관찰결과 20~30nm의 구형의 탄소불이 chain구조를 이루며 Carbon Black구조를 나타내고 있음을 확인 할 수 있었고, 질소흡착에 의한 Pore특성 분석결과 기존 상업용 탄소재료보다 micro-pore비율이 현저히 줄고

meso-pore중심으로 형성되어 있음을 확인 할 수 있었다. 또한 impedance 측정결과, 물질의 확산계수가 기존의 상업용 탄소 재료보다 높음을 확인 할 수 있었고, 따라서 meso-pore구조가 산소의 원활한 공급에 큰 기여를 할 수 있음을 추정할 수 있었다. 이들의 실제 성능을 확인하고자 솔루션 플라즈마로부터 합성된 탄소볼과 상업용 탄소재료를 이용하여 진행한 Coin-Cell Test로부터, 탄소볼이 기존 상업용 재료보다 30~40% 높은 방전용량을 보임을 확인할 수 있었다. 따라서 이들 재료가 리튬공기전지 및 연료전지에 적용이 된다면 서론에서 제기된 다양한 issue를 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

1. Kowalczk, J. Read, M. Salomon, Pure Appl. Chem. 79 (2007) 851e860.
2. J. Xiao, D.H. Wang, W. Xu, D.Y. Wang, R.E. Williford, J. Liu, J.G. Zhang, J. Electrochem. Soc. 157 (2010) A487eA492.